


AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pt.
"Termomodernizacja budynku mieszkalnego wielorodzinnego
w Gliwicach przy ul. Opolskiej 21"

Adres budynku:	<i>ulica:</i> Opolska 21 <i>kod:</i> 44-100 <i>miejsowość:</i> Gliwice <i>powiat:</i> gliwicki <i>województwo:</i> śląskie
Wykonawca audytu:	<i>imię i nazwisko :</i> Maciej Muzyczuk <i>tytuł zawodowy:</i> mgr inż., audytor energetyczny członek ZAE nr 1761 <i>nr opracowania</i> 07/05/2019

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor/certyfikator energetyczny
członek ZAE nr 1761
nr wpisu do rejestru 9901

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1.	Dane identyfikacyjne budynku Budynek mieszkalny wielorodzinny przy ul. Opolskiej 21 w Gliwicach			
1.1	Rodzaj budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny	1.2.	Rok budowy
1.3.	Inwestor:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35b 44-100 Gliwice	1.4. Adres budynku	
	Adres koresp.:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35b 44-100 Gliwice	ul. Opolska 21 Kod 44-100 Gliwice powiat gliwicki woj. śląskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:				
<p>Biuro Doradcze "ALTIMA" s.c. P. Syrek i M. Grabowska 40-599 Katowice, ul. Żeliwna 38 REGON: 240050673 NIP: 6452361107</p>				
				
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis				
<p>mgr inż. Maciej Muzyczuk, 8052202792, 43-100 Tychy, ul. Rolna 44/3 Ukończone studia podyplomowe "Audyting energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków" Członek ZAE nr 1761; uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - nr wpisu do rejestru 9901; Weryfikator standardów energetycznych budynków programu NF (nr W017); certyfikowany audytor/ekspert ds. energetycznych programu NF (PolSEFF2, nr W010); Autoryzowany certyfikator energetyczny SCiAE.</p>				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1				
2				
3				
5.	Miejscowość Tychy	Data wykonania opracowania	02.05.2019	
6. Spis treści				
1. Strona tytułowa.				
2. Karta audytu energetycznego.				
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowanego budynku.				
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.				
5. Ocena stanu technicznego budynku.				
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych.				
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.				
8. Opis wariantu optymalnego.				

mgr inż. Maciej Muzyczuk
 audytor/certyfikator energetyczny
 Członek ZAE nr 1761
 nr wpisu do rejestru 9901

2. Karta audytu energetycznego budynku *)

Dla całego budynku

Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2 + poddasze w części mieszkalnej i piwnice nieogrzewane	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 191	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	397,13	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	349,96	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	47,17	
7.	Liczba mieszkań	6	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	25	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo, podgrzewacze elektr. i gazowe	sieć miejska
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualnie - piece węglowe i gazowe	sieć miejska
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,70	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1a	Ściana frontowa zabytkowa	1,45	1,45
1b	Ściany zewnętrzne ocieplone	0,31	0,31
1c	Ściana pomiędzy nieogrzewanym poddaszem a pomieszczeniami ogrzewanymi	1,29	0,20
2a	Stropodach nad mieszkaniem na poddaszu	1,20	0,16
2b	Dach mansardowy	2,68	0,17
2c	Stropodach klatki schodowej	2,57	0,24
2d	Strop pod poddaszem nieogrzewanym	1,72	0,16
3a	Strop nad piwnicą ceramiczny	1,70	0,25
3b	Strop nad piwnicą drewniany	1,21	0,15
4	Podłoga w piwnicy	0,39	0,39
5a	Okna zewnętrzne nowe	1,90	1,90
5b	Drzwi zewnętrzne nowe	2,60	2,60
5c	Drzwi zewnętrzne stare	3,90	3,90
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,69	0,98
2.	Sprawność przesyłania	1,00	0,90
3.	Sprawność regulacji	0,71	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,98
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,93	0,93
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	808	808
4.	Liczba wymian [1/h]	0,68	0,68
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	48,84	30,15
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	11,80	11,80
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	361,70	183,60
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	754,69	222,20
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	58,77	54,27

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	253,02	128,43
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	527,92	155,43
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	32,0	45,0
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	32,70	18,53
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	6,91	3,63
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł]	0,0	0,0
6.	Inne [zł]	0,0	0,0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]		273 230,23	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 66,0%
Planowane koszty całkowite [zł]		273 230,23	Premia termomodernizacyjna [zł] 31 284,13
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		15 642,06	
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesylem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesylem energii</p>			

Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja na cele audytu

Inne dokumenty:

-

Data wizji lokalnej:

- 13.04.2019

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceńodawcy):

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zabiegi termomodernizacji.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów bądź innych środków wsparcia

Wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji:

Kwota wkładu własnego wynosi	nie określono	zł
Maksymalna kwota kredytu	nie określono	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	x
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	x	mieszk-usługowy	inny
Adres	44-100 Gliwice, ul. Opolska 21			
Budynek	wolnostojący	segmentowy	x	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny		x

Rok budowy		I poł.XX w			
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska	RWB	BSK	RBM-73
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	OWT-67	OWT-75
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	żelbetowa
szkieletowa		inna, jaka:		X tradycyjna	
				Upzemysłowiona	
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	227,8	11	Liczba klatek schodowych	1
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	1 761	12	Liczba kondygnacji	2+1+1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	1 191,4	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,00
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]	350,0	14	Liczba osób	25
5	Pow. korytarzy i klatek [m ²]	-	15	Liczba mieszkań	6
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	-	16	Liczba pom. o powierzchni <50 m ²	-
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	-	17	Liczba pom. o powierzchni 50-100 m ²	6
8	Powierzchnia lokali użytkowych i pomieszczeń ogrzewanych niemieszkalnych [m ²]	47,17	18	Liczba pom. o powierzchni >100 m ²	-
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	397,13	19	Liczba pom z WC w łazience	6
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba pom. z WC osobno	-

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie-Określanie i obliczanie wskaźników pow. i kubaturowych

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny wielorodzinny, będący skrajnym w ciągu kamienic. Posiada dwie kondygnacje nadziemne oraz poddasze użytkowe w części mieszkalne. Budynek jest w całości podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane. Ściana frontowa zabytkowa, nieocieplona, pozostałe ściany ocieplone. Strop nad piwnicą ceramiczny i drewniany. Strop poddasza ceramiczny. Nad mieszkaniem poddasza w części stropodach o niewielkim spadku o konstrukcji drewnianej, od frontu dach mansardowy o konstrukcji drewnianej.

Stolarka okienna wymieniona na PCW. Drzwi wejściowe od frontu drewniane, zabytkowe, od podwórka drewniane stosunkowo nowe.

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	48,84
2.	Moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	60,64
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	361,70
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	84,33
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	754,7
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	32,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe, etażowe węglowe i etażowe gazowe.

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	808

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym głównie z powodu braku izolacji termicznej stropów nad piwnicami, pod poddaszem nieogrzewanym oraz dachów i stropodachów. Stolarka okienna została wymieniona na nowszą z PCW. Drzwi zewnętrzne od frontu drewniane zabytkowe, od podwórka drewniane, nowsze.

5.2. System grzewczy

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe, etażowe węglowe i etażowe gazowe.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych

5.4. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p>Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściana frontowa $U = 1,45$ - ściany ocieplone $U = 0,31$ - ściana wewnętrzna mieszkanie/strych $U = 1,29$ - podłoga w piwnicy $U = 0,39$ - stropodach nad mieszkaniem $U = 1,20$ - dach mansardowy $U = 2,68$ - stropodach - klatka schodowa $U = 2,57$ - strop poddasza $U = 1,72$ - strop nad piwnicą drewniany $U = 1,21$ - strop nad piwnicą ceramiczny $U = 1,70$ 	<p>Docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $U \leq 0,23$ - dla (stropo)dachów $U \leq 0,18$ - dla stropu nad piwnicą $U \leq 0,25$ <p>UWAGA: nie przewiduje się ocieplenia ściany frontowej z uwagi na jej zabytkowy charakter. Pozostałe ściany są ocieplone, a ich docieplenie nie jest uzasadnione.</p>
2	<p>Okna - nowe z PCW $U = 1,90$</p> <p>Drzwi stare $U = 3,90$</p> <p>Drzwi nowe $U = 2,60$</p>	<p>Nie przewiduje się wymiany.</p>
3	<p>Wentylacja grawitacyjna - Wentylacja działa poprawnie, nie stwierdza się nadmiernego napływu zimnego powietrza w okresie zimowym.</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji.</p>
4	<p>Instalacja centralnego ogrzewania - indywidualne, miejscowe - piece węglowe i gazowe.</p>	<p>Budowa centralnej instalacji ogrzewania wraz z przyłączem do miejskiej sieci ciepłowniczej.</p>
5	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej - C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach gazowych i elektrycznych</p>	<p>Centralizacja instalacji cwu wraz z przyłączeniem do nowobudowanego węzła cieplnego.</p>

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dachy, stopodachy i stropy pod nieogrzewanym poddaszem	Ocieplenie dachów, stropodachów i stropów
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropy nad piwnicami	Ocieplenie stropów
4.	Poprawa efektywności energetycznej instalacji ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem do miejskiej sieci ciepłowniczej.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d	dla przegród zewnętrznych	3 797,8	3 797,8	dzień K'a
	dla klatki schodowej 8 stopni ***	1 194,2	1 194,2	dzień K'a
	dla stropu piwnic ***	3 085,8	3 085,8	dzień K'a
dla ogrzewania węglowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		32,00	32,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania gazowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		45,00	45,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania elektrycznego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		150,00	150,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ciepła sieciowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	12 568,81	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		0,00	41,43	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic.

** Przyjęto ceny na podstawie średnich cen rynkowych

*** Liczbę stopniodni dla stropu poddasza przyjęto jak dla przegrody zewnętrznej z uwagi na nieocieplony dach. Dla piwnic przyjęto temperaturę 6,1 stopni na podstawie bilansu cieplnego.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana wewnętrzna między mieszkaniem a poddaszem		
Dane:				A = 44,51 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 44,51 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany na bazie wełny mineralnej						
o współczynniku przewodności λ = 0,035 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,29	4,86	5,43
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,78	5,06	5,64	6,21
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	18,8	2,9	2,6	2,4
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,002	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m - y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		543	553	561
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		10 015	10 460	10 905
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		18,4	18,9	19,4
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,29	0,20	0,18	0,16
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 10 015 zł		SPBT=		18,4 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach nad mieszkaniami		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	59,60 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	59,60 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wełną mineralną (granulatem)						
o współczynniku przewodzenia ciepła 0,041 W/mK.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,22	0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,37	5,85	6,34
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,83	6,20	6,69	7,18
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	23,4	3,2	2,9	2,7
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,003	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z}) + 12·(y ₀ ·q _{0U} ·O _{0m} - y ₁ ·q _{1U} ·O _{1m}) + 12·(Ab ₀ - Ab ₁)	zł/a		693	701	708
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		210,00	220,00	230,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		12 516	13 112	13 708
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		18,1	18,7	19,4
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,20	0,16	0,15	0,14
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 12 516 zł		SPBT= 18,1 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach mansardowy		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	89,13 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	89,13 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną						
o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		5,63	6,25	6,88
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,37	6,00	6,62	7,25
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	78,3	4,9	4,4	4,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,010	0,001	0,001	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		2 508	2 523	2 536
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		190,00	200,00	210,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		16 935	17 826	18 717
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		6,8	7,1	7,4
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	2,68	0,17	0,15	0,14
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 16 935 zł		SPBT= 6,8 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach klatki schodowej		
Dane:				A	=	5,72 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz}	=	5,72 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wełną mineralną						
o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,39	4,14	4,76	5,39
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁶ ·S _d ·A/R	GJ/a	1,5	0,1	0,1	0,1
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		47	48	48
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160,00	170,00	180,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		915	972	1 030
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		19,5	20,4	21,4
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	2,57	0,24	0,21	0,19
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	915 zł	SPBT=	19,5 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 113,87 m ² A _{kosz} = 113,87 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,63	6,25	6,88
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,58	6,21	6,83	7,46
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	64,3	6,0	5,5	5,0
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,008	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 990	2 009	2 024
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		190,00	200,00	210,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		21 635	22 774	23 913
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		10,9	11,3	11,8
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,72	0,16	0,15	0,13
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 21 635 zł		SPBT= 10,9 lat		

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad piwnicą ceramiczny		
Dane:				A = 113,88 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A _{kosz} = 113,88 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu nad piwnicą z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ = 0,041 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2021						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,41	3,90	4,39
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,59	4,00	4,49	4,98
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	51,7	7,6	6,8	6,1
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,008	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m - y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 506	1 534	1 557
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200,00	210,00	220,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		22 776	23 915	25 054
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		15,1	15,6	16,1
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,70	0,25	0,22	0,20
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia stropu przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 22 776 zł		SPBT= 15,1 lat		

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad piwnicą drewniany		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	113,88 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	113,88 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu nad piwnicą z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ = 0,032 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2021						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,63	6,25	6,88
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,83	6,45	7,08	7,70
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	36,6	4,7	4,3	3,9
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,005	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m - y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 090	1 104	1 116
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		256,00	270,00	284,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		29 153	30 748	32 342
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		26,7	27,8	29,0
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,21	0,15	0,14	0,13
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia stropu przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	29 153 zł	SPBT=	26,7 lat	

7.2.8 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{oco} = 361,70$ GJ/a

 $w_{t0} = 1,00$
 $w_{d0} = 1,00$
 $\eta_0 = 0,46$

Przewiduje się budowę instalacji centralnego ogrzewania i przyłączenie jej do nowej kotłowni, w tym montaż przewodów instalacji wraz z armaturą, montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K, regulację hydrauliczną instalacji. Przewiduje się podłączenie instalacji do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię w budynku.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,69$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 1,00$	$\eta_p = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,71$	$\eta_r = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_e = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,49$	$\eta = 0,78$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia -	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby -	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Sprawnność całkowita systemu grzewczego η	-	0,486	0,785
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	0,95
4	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		2 727,61
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		139 429
6	SPBT	lata		51,1

	ilość	koszt	cena
1. Przyjęto średnie ceny rynkowe wykonania instalacji wewnętrznej co względem 1 m ² powierzchni użytkowej	397,13	250 zł	99 282,50 zł
2. Regulacja hydrauliczna instalacji i regulacja źródła	1,00	10 000 zł	10 000,00 zł
3. Przyjęto koszt wymiennikowni i przyłącza	30,15	1 000 zł	30 146,00 zł
ŁĄCZNIE:			139 428,50 zł

7.2.9. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody

Dane: $Q_{oco} = 39,36 \text{ GJ/a}$

$\eta_0 = 0,67$

Przewiduje się budowę centralnej instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z podłączeniem do kotłowni opisanej w punkcie poprzednim.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,91$	$\eta_w = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,80$	$\eta_p = 0,80$
3	akumulacja ciepła	$\eta_r = 0,93$	$\eta_r = 0,93$
4	wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,67$	$\eta = 0,73$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu cwu η	-	0,670	0,725
2	Koszt przygotowania cwu	zł/rok	5 729,79	2 442,13
3	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		3 287,66
4	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		19 857
5	SPBT	lata		6,0

	ilość	koszt	cena
1. Budowa instalacji wewnętrznej cwu (w przeliczeniu na 1 m ² powierzchni użytkowej)	397	50 zł	19 856,50 zł

7.2.10. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
0	Budowa instalacji centralnego ogrzewania i węzła ciepłego	139 429	51,1
1	Centralizacja instalacji cwu wraz z przyłączeniem do węzła ciepłego	19 857	6,0
2	Ocieplenie dachu mansardowego	16 935	6,8
3	Ocieplenie stropu nad mieszkaniem I piętra a pod poddaszem nieogrzewanym	21 635	10,9
4	Ocieplenie stropu ceramicznego nad piwnicą	22 776	15,1
5	Ocieplenie stropodachu nad mieszkaniem na poddaszu	12 516	18,1
6	Ocieplenie ściany wewnętrznej oddzielającej mieszkanie od poddasza nieogrzewanego	10 015	18,4
7	Ocieplenie stropodachu klatki schodowej	915	19,5
8	Ocieplenie stropu drewnianego nad piwnicą	29 153	26,7

Uwagi:

Modernizację systemu grzewczego rozpatruje się niezależnie od czasu zwrotu jako konieczną, gdyż tylko dzięki tej modernizacji jest możliwe osiągnięcie pełnego efektu z pozostałych usprawnień.

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w punkcie 7.3.3.

- instalacja co - budowa instalacji c.o. i węzła ciepłego
- instalacja cwu - centralizacja instalacji i przyłączenie do węzła ciepłego
- mansarda - ocieplenie dachu mansardowego
- strop poddasza - ocieplenie stropu nad mieszkaniem pod poddaszem nieogrzewanym
- strop piwnic c. - ocieplenie stropu ceramicznego nad piwnicą
- stropodach mieszk. - ocieplenie stropodachu nad mieszkaniem na poddaszu
- ściana wewnętrzna - ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza graniczącej z pomieszczeniami ogrzewanymi
- stropodach klatki - ocieplenie stropodachu nad klatką schodową
- strop piwnic d. - ocieplenie stropu drewnianego nad piwnicą

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

	Zakres	Nr wariantu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
0	instalacja co	X	X	X	X	X	X	X	X
1	instalacja cwu	X	X	X	X	X	X	X	X
2	mansarda	X	X	X	X	X	X	X	
3	strop poddasza	X	X	X	X	X	X		
4	strop piwnic c.	X	X	X	X	X			
5	stropodach mieszk.	X	X	X	X				
6	ściana wewnętrzna	X	X	X					
7	stropodach klatki	X	X						
8	strop piwnic d.	X							

7.3.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość											
Lp	Jedn.	stan ist.	wariant								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	Q_{co} GJ	183,60	203,79	208,42	219,93	241,62	257,39	281,29	361,70	
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie	q_{co} kW	30,15	31,73	32,26	33,58	36,06	37,23	39,89	48,84	
3	Udział źródeł ciepła	%	83,3%								
			16,7%								
			0,0%								
4	Sprawność systemu ogrzewania $\eta = \eta_p \cdot \eta_a \cdot \eta_w \cdot \eta_s$	η	0,46	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	
			0,65								
			0,69								
			1,00								
5	Współczynnik przewrótbowych	w_d	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
			1,00								
6	Współczynnik przewrótbowych	w_i	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
			1,00								
7	Sezonowe zapotrzeb. ciepła na ogrzewanie z uwzgl. spraw. systemu	Q_{co} GJ	222,20	246,63	252,23	266,16	292,41	311,50	340,42	437,74	
			662,45								
			92,23								
			0,00								
			754,69								
8	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	O_{co} zł	17 291,74	18 502,77	18 801,90	19 545,30	20 943,77	21 881,91	23 414,95	28 571,19	
9	Zapotrzebowanie ciepła dla c.w.u. z uwzgl. sprawności	Q_{cw} GJ	54,27	54,27	54,27	54,27	54,27	54,27	54,27	54,27	
10	Zapotrzebowanie mocy na c.w.u.	q_{cw} kW	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	
11	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	Q GJ	276,47	300,90	306,50	320,43	346,68	365,77	394,69	492,01	
12	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	$\Delta Q/Q$ %	66,0%	63,0%	62,3%	60,6%	57,4%	55,0%	51,5%	39,5%	
13	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	q kW	41,95	43,53	44,06	45,38	47,86	49,03	51,69	60,64	
14	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	ΔQ_c zł	15 642,06	14 431,03	14 131,90	13 388,51	11 990,03	11 051,90	9 518,86	4 362,61	
15	Koszt wykonania modernizacji	N_w zł	-	244 076,95 zł	243 161,75 zł	233 147,00 zł	220 631,00 zł	197 855,00 zł	176 219,70 zł	159 285,00 zł	
16	Koszt audytu i inne koszty	N_a zł	-	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	
17	Koszt całkowity	N zł	-	244 076,95 zł	243 161,75 zł	233 147,00 zł	220 631,00 zł	197 855,00 zł	176 219,70 zł	159 285,00 zł	

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • mansarda • strop poddasza • strop piwnic c. • stropodach mieszk. • ściana wewnętrzna • stropodach klatki • strop piwnic d. 	273 230,23	15 642,06	66,0%	0,00 0%	54 646,05	43 716,84	31 284,13
					273 230,23 100%			
2	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • mansarda • strop poddasza • strop piwnic c. • stropodach mieszk. • ściana wewnętrzna • stropodach klatki 	244 076,95	14 431,03	63,0%	0,00 0%	48 815,39	39 052,31	28 862,07
					244 076,95 100%			
3	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • mansarda • strop poddasza • strop piwnic c. • stropodach mieszk. • ściana wewnętrzna 	243 161,75	14 131,90	62,3%	0,00 0%	48 632,35	38 905,88	28 263,79
					243 161,75 100%			
4	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • mansarda • strop poddasza • strop piwnic c. • stropodach mieszk. 	233 147,00	13 388,51	60,6%	0,00 0%	46 629,40	37 303,52	26 777,01
					233 147,00 100%			
5	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • instalacja cwu • mansarda • strop poddasza • strop piwnic c. 	220 631,00	11 990,03	57,4%	0,00 0%	44 126,20	35 300,96	23 980,06
					220 631,00 100%			

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Budowa instalacji centralnego ogrzewania, w tym montaż przewodów wraz z armaturą, grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K. Przyłączenie budynku do miejskiej sieci ciepłowniczej poprzez wymiennikownię i podłączenie instalacji centralnego ogrzewania. Regulacja hydrauliczna instalacji.
- 2 Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej wraz z przyłączeniem jej do nowobudowanego węzła cieplnego.
- 3 Ocieplenie dachu mansardowego wełną mineralną o grubości 18 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 4 Ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną o grubości 18 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 5 Ocieplenie stropodachu nad mieszkaniem na poddaszu wełną mineralną o grubości 22 cm ($\lambda \leq 0,041$).
- 6 Ocieplenie ściany wewnętrznej oddzielającej poddasze nieogrzewane od pomieszczeń ogrzewanych wełną mineralną o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,035$).
- 7 Ocieplenie stropodachu klatki schodowej wełną mineralną o grubości 12 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 8 Ocieplenie stropu drewnianego nad piwnicą wełną mineralną o grubości 18 cm ($\lambda \leq 0,032$).

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	273 230,23 zł
Kredyt bankowy:	273 230,23 zł
premia termomodernizacyjna wyniesie:	31 284,13 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	17,5 lat

8.3. Koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej

a) dla stanu istniejącego

$$O_{0co} = 32\,933,80 \text{ zł}$$

$$K_{0co} = O_{0co} / (P \cdot 12) = 6,91 \text{ zł}$$

b) dla stanu po modernizacji

$$O_{1co} = 17\,291,74 \text{ zł}$$

$$K_{1co} = O_{1co} / (P \cdot 12) = 3,63 \text{ zł}$$

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród.
- Załącznik 2 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
- Załącznik 3 Określenie sprawności poszczególnych systemów grzewczych oraz procentowy udział źródeł ciepła.
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m ² *K	R m ² *k/W	U, ΔU, U _k W/m ² *K
1a	ściana frontowa	tynk cem-wap cegła pełna tynk cem-wap $R_{si}+R_{se}$	0,010 0,380 0,010	0,820 0,770 0,820	0,01 0,49 0,01 0,17 0,69	U = 1,45
1b	ściany zewnętrzne ocieplone	tynk cem-wap styropian cegła pełna tynk cem-wap $R_{si}+R_{se}$	0,010 0,100 0,380 0,010	0,820 0,040 0,770 0,820	0,01 2,50 0,49 0,01 0,17 3,19	U = 0,31
2a	strop nad piwnicą ceramiczny	wylewka strop ceramiczny $R_{si}+R_{se}$	0,050 0,150	1,050 -	0,05 0,20 0,34 0,59	U = 1,70
2b	strop nad piwnicą drewniany	deskowanie warstwa powietrza płyta G-K $R_{si}+R_{se}$	0,025 0,020 0,045	0,220 - 0,230	0,11 0,18 0,20 0,34 0,83	U = 1,21
3	podłoga w piwnicy	chudy beton papa gruzobeton żwir / grunt $R_{si}+R_{se}$	0,200 0,010 0,200 0,150	1,050 0,180 1,000 0,900	0,19 0,06 0,20 0,17 1,96 2,57	U = 0,39
4a	strop poddasza	deskowanie warstwa powietrza płyta G-K $R_{si}+R_{se}$	0,025 0,020 0,015	0,160 - 0,230	0,16 0,16 0,07 0,20 0,58	U = 1,72
4b	stropodach nad mieszkaniem poddasza	papa deskowanie warstwa powietrza deskowanie warstwa powietrza podsufitka $R_{si}+R_{se}$	0,005 0,025 0,080 0,020 0,080 0,015	0,180 0,160 - 0,160 - 0,230	0,03 0,16 0,16 0,13 0,16 0,07 0,14 0,83	U = 1,20
4c	dach mansardowy	dachówka deskowanie podsufitka $R_{si}+R_{se}$	0,010 0,025 0,015	0,820 0,160 0,230	0,01 0,16 0,07 0,14 0,37	U = 2,68
4d	stropodach klatki schodowej	papa deskowanie podsufitka $R_{si}+R_{se}$	0,005 0,025 0,015	0,180 0,160 0,230	0,03 0,16 0,07 0,14 0,39	U = 2,57
5	ściana wewnętrzna mieszkanie/strych	tynk cem-wap cegła pełna tynk cem-wap $R_{si}+R_{se}$	0,010 0,380 0,010	0,820 0,770 0,820	0,01 0,49 0,01 0,26 0,78	U = 1,29

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń, lub kubatura m ³	Norma, m ³ /h lub krotność wymian h ⁻¹	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Część mieszkalna	1 191,40	0,50	595,70
Razem budynek				595,70
2	Strych	205,00	0,50	102,50
3	Piwnice	364,40	0,30	109,32
Ogółem			ψ =	807,52

Załącznik 3

Określenie poszczególnych sprawności systemów grzewczych i procentowego udziału źródeł ciepła w stanie istniejącym

		ogrzewanie węglowe	ogrzewanie gazowe	ogrzewanie elektryczne
1.	Sprawność wytwarzania η_g	0,65	0,86	0,99
2.	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji η_e	0,70	0,76	0,70
4.	Sprawność akumulacji η_s	1,00	1,00	1,00
	Sprawność instalacji $\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e$	0,46	0,65	0,69
5.	Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1,00	1,00	1,00
6.	Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00	1,00
7.	procentowy udział źródeł ciepła	83%	17%	0%
8.	zapotrzebowanie ciepła Q_H GJ/a	301,42	60,28	0,00
9.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H * w_d * w_t / \eta$ GJ/a	662,45	92,23	0,00
	SUMA =	754,69		

Załącznik nr 4

$$Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) * k_R * t_{UZ} / (1000 * 3600)$$

Kwh/rok

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę na jednostkę powierzchni	$V_{wi} = 1,6$	$\text{dm}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{doba}$
2	Powierzchnia użytkowa	$A_f = 397$	m^2
3	czas użytkowania	$t_{UZ} = 365,00$	doby
4	mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C	$k_R = 0,90$	-
5	ciepło właściwe wody	$c_w = 4,19$	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
6	gęstość wody	$\rho_w = 1\,000,00$	kg/m^3
7	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym	$\theta_{cw} = 55$	°C
8	temperatura wody zimnej	$\theta_o = 10,00$	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	$Q_{w,nd} = 10\,932,31$ $Q_{w,nd} = 39,36$	kWh/rok GJ
10	Sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w,tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e = 0,67$	-
11	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} = 16\,324,20$ $58,77$	kWh/rok GJ
12	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = L_i * V_{cw} = 0,635408$	m^3/d
13	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 = 0,04$	m^3/h
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m^3 wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (\theta_{cw} - \theta_o) / (\eta_g * \eta_d) = 0,28$	GJ/m^3
15	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * k_t * N_h * 278 = 11,80$	kW
16	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 328,5 = 231,9$	m^3
17	Koszt przygotowanie cwu	5 729,79	zł
18	Koszt wody zimnej przy cenie 8,0 zł	$V_{cw} * 8,0 = 1\,855,00$	zł
19	Sumaryczny koszt roczny cwu	7 584,79	zł
20	Średni koszt 1 m^3 cwu	32,70	$\text{zł}/\text{m}^3$

Sprawność wytwarzania
Sprawność przesyłu (dystrybucji)
Sprawność akumulacji
Sprawność wykorzystania
Udział źródła
współczynnik nierównomierności

	podgrzewacze gazowe	podgrzewacze elektryczne	średnia
$\eta_g =$	0,85	0,96	0,91
$\eta_d =$	0,80	0,80	0,80
$\eta_s =$	1,00	0,85	0,93
$\eta_e =$	1,00	1,00	1,00
$N_h =$	0,50	0,50	1,00
	4,25		

Załącznik nr 5

**Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu
Aquatherm - Polska OZC - cały budynek**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	30,15	183,60
2	31,73	203,79
3	32,26	208,42
4	33,58	219,93
5	36,06	241,62
6	37,23	257,39
7	39,89	281,29
8	48,84	361,70
stan istniejący	48,84	361,70

Moc cieplna obliczona wg. Normy PN - EN 12831:2006

Zapotrzebowanie na ciepło obliczona wg. Normy PN-EN ISO 13790:2009